

EL DESARROLLO DE LA BIBLIOMETRÍA Y LOS INDICADORES EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN COLOMBIA

Rubén Urbizagástegui Alvarado
Doctor en Ciencia de la Información
Universidad de California en Riverside
Biblioteca de Ciencias
Riverside, CA 92521 – 5900
USA
ruben@ucr.edu

Cristina Restrepo Arango
Maestra en Bibliotecología
Biblioteca Daniel Cosío Villegas
El Colegio de México
México, Distrito Federal
lrestrepo@colmex.mx

ABSTRACT

The literature on bibliometrics published in Colombia by Colombian and foreign authors who selected Colombian academic journals or events held in Colombia to communicate the results of their research is analyzed. The publications by Colombian researchers published abroad were also collected and analyzed. The type of documents commonly used by researchers to communicate the results of their researches, the most used journals and languages used in this communication were also identified. The growth of the literature, the network of co-authorships, the most productive authors, and fields most researched were also analyzed.

Keywords: Bibliometrics; Scientometrics; Informetrics; Colombia; Co-authorship

RESUMEN

Analiza la literatura sobre bibliometría publicada en Colombia por autores colombianos o extranjeros que seleccionaron revistas o eventos realizados en Colombia para comunicar los resultados de sus investigaciones. También se recolectaron las publicaciones realizadas por investigadores colombianos en el extranjero. Se identifican los tipos de documentos comúnmente usados por los investigadores para comunicar los resultados de sus investigaciones; las revistas más utilizadas y los idiomas utilizados en esa comunicación. Se analiza también el crecimiento de la literatura, la co-autoría evidenciada en la literatura publicada y se identifican a los autores más productivos y las áreas investigadas.

Palabras-clave: Bibliometría; Cienciometría; Infometría; Colombia; Co-autoría

INTRODUCCIÓN

La publicación de un documento es la materialización de los resultados de investigación llevada a cabo por un individuo o grupo de individuos en un determinado campo del conocimiento. Esta materialización permitirá que el trabajo de un investigador sea leído, criticado y luego citado por otros científicos del mismo campo o áreas afines. Previo a la publicación del documento, un científico puede optar por difundir los resultados de sus investigaciones en eventos nacionales y/o internacionales que permitirá obtener críticas y comentarios a su trabajo y que ayudarán a enriquecerlo (Fox, 1983), pues los eventos científicos (mesas redondas, seminarios, encuentros, congresos) representan valiosas oportunidades para “compartir ideas y descubrimientos donde la presentación de los avances de las investigaciones a los pares de la comunidad académica siguen el rigor esperado para la legitimación de la forma y contenido de una investigación científica” (Chan, et. al., 2007). Así, la comunicación científica es un proceso social que permite la diseminación y el intercambio de información entre científicos, ya que un científico debe someter sus documentos a un proceso de evaluación por “pares ciegos”. Este es el mecanismo de evaluación de los documentos destinados a la publicación, adoptada por las revistas académicas. En la opinión de Castro, et. al. (2009).

Las publicaciones científicas desempeñan un papel fundamental en las distintas etapas de la actividad investigadora. Constituyen el punto de partida de cualquier investigación, pues aportan el estado del conocimiento en un tema determinado, y son el canal preferente porque darán a conocer los resultados de una investigación ya concluida. Facilitan la difusión del conocimiento, que será la base para futuras investigaciones de otros científicos, de forma que las contribuciones de sucesivas generaciones de investigadores hacen posible el crecimiento acumulativo de la ciencia y, en última instancia, el progreso científico”. Por lo tanto, el investigador por medio de sus publicaciones contribuye directamente al desarrollo de una disciplina en el ámbito teórico, práctico y metodológico, por eso para la bibliometría las publicaciones se han convertido en objeto de estudio (Mueller, 2007; Fox, 1983). El análisis de la producción científica publicada permite un seguimiento del “estado-del-arte” de una determinada área del conocimiento así como una evaluación de su contribución orientado al crecimiento científico de un país. La idea de utilizar a la literatura científica publicada como objeto de estudio se remonta a mediados de la década de los 30 cuando Wilson & Fred (1935) afirmaban que un censo de las publicaciones en un determinado campo podrían proporcionar información de valor para la interpretación de la producción pasada y bases suficientes para la predicción de las tendencias futuras. De manera que los datos recolectados para el análisis de la literatura han sido utilizados como herramientas convencionales para la planificación estratégica y su análisis ofrece informaciones útiles sobre el desempeño y las tendencias de los campos científicos objeto de análisis. Este análisis es realizado a través de las técnicas bibliométricas, un área de la ciencia de la información que se introdujo en el mundo científico a principios del siglo XX, con el fin de estudiar la literatura científica publicada y crear indicadores del desempeño productivo de un científico. Ésta se interesa por conocer qué y cómo se publica, por medio del uso de modelos matemáticos y la aplicación de la estadística descriptiva e inferencial caracterizan las tendencias y el comportamiento de la producción científica de un campo del conocimiento (Mueller, 2007). Es así como se ha convertido en una técnica que es aplicada no sólo por los profesionales de las ciencia de la información y bibliotecología, sino por psicólogos, médicos, contadores, administradores, etc. que están interesados en medir “los niveles de producción científica de un país, una institución, un autor, o revista”(Ríos y otros, 2011, p. 304), con el fin de identificar tendencias temáticas, autores más productivos, identificar núcleos básicos de revistas, etc.

La bibliometría es una disciplina que también se está aplicando y desarrollando en Colombia. Por ejemplo, en 1999 se creó el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología que tiene como propósito “la producción de estadísticas e indicadores, apoyar los procesos estratégicos de planificación y toma de decisiones a través de una interpretación integral de la dinámica de la ciencia, la tecnología, y la innovación -CTI- en el país, y de su posicionamiento a nivel regional y mundial” (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, 2012). Desde esas épocas se está haciendo un uso extensivo de las técnicas bibliométricas para la vigilancia tecnológica y la medición de la producción bibliográfica de los autores. Esta institución publica anualmente un texto que titula **Indicadores de ciencia y tecnología**, el cual incluye diversos aspectos relacionados con la producción bibliográfica, inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación, y títulos de propiedad industrial, entre otros. Asimismo, existen profesionales de diversas áreas que han venido estudiando y aplicando las técnicas bibliométricas en diversas disciplinas pero hasta donde es del conocimiento de los autores de este trabajo no existen investigaciones que hayan estudiado el desarrollo de la bibliometría, los indicadores cuantitativos, ni la aplicación de sus técnicas en el país. Por esa razón, este trabajo tiene como objetivo analizar el desarrollo de la bibliometría en Colombia, dando seguimiento a los autores nacionales y/o extranjeros que hayan realizado publicaciones en revistas y eventos nacionales, y a los autores nacionales que hayan realizado publicaciones en revistas o eventos extranjeros utilizando las técnicas bibliométricas, es decir, el estudio de la producción científica bibliométrica en Colombia. Hasta la fecha, este seguimiento es inexistente tanto en las ciencias aplicadas, las ciencias puras, las ciencias sociales y las ciencias humanas. Este trabajo pretende cubrir ese vacío y abrir un espacio para futuras exploraciones sobre este asunto, sobre todo por la importancia que tiene caracterizar la producción científica nacional identificando tendencias, autores más productivos, revistas más productivas, que contribuirán a entender la evolución y desarrollo de la ciencia en Colombia. Por esa razón, en este artículo se describirá y analizará la producción bibliográfica sobre bibliometría en Colombia tratando de dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es la tipología documental que predomina en esta producción?
- ¿Cuáles son las revistas más frecuentemente utilizadas para comunicar los resultados de las investigaciones?
- ¿Cuáles son los idiomas elegidos para difundir el resultado de las investigaciones?
- ¿Cuáles son las áreas del conocimiento donde se están utilizando las técnicas bibliométricas?
- ¿Quiénes son los autores que están aplicando las técnicas bibliométricas en el país?
 - ¿Quiénes son los más productivos?
- ¿Estos autores colaboran entre sí y se agrupan en redes?
- ¿Cuáles son los grupos más representativos?
- ¿Cuál es la forma de crecimiento de esta literatura?

Este trabajo busca responder estas interrogantes. Para alcanzar ese objetivo está organizado de la siguiente manera: en la primera parte se hace una somera introducción al problema de investigación y se formulan las preguntas a ser respondidas. En la segunda parte se revisa la literatura pertinente al asunto. Luego se describe la metodología, es decir, las unidades de análisis, la forma de recolección de los datos y la forma de medición de los mismos. Por último, se ofrecen los resultados obtenidos y se discuten sus pertinencias. Finalmente se presenta, las conclusiones y la literatura revisada en la redacción de esta investigación.

REVISIÓN DE LITERATURA

La bibliometría es una línea de investigación de la bibliotecología y la ciencia de la información que juega un papel preponderante en el análisis de la producción científica en las diferentes áreas del conocimiento de un país. Por ejemplo, su evolución y desarrollo en el Brasil ha sido estudiado por Urbizagástegui (1984). Su incorporación como línea de investigación en los programas de post-graduación en ese país fue analizado por Araújo & Alvarenga (2011). Los asuntos estudiados y comunicados a través de cinco revistas brasileras del campo de la ciencia de la información cubriendo el periodo de 1990 al 2005 e incluyendo su distribución geográfica y cronológica fueron examinados por Machado (2007). También un análisis histórico de su evolución y estructura disciplinaria puede ser consultado en Urbizagástegui (2007). En México no se encontraron trabajos que analicen específicamente la literatura publicada sobre la aplicación de las técnicas bibliométricas pero existen trabajos que analizan la producción científica utilizando estas técnicas en campos como ingeniería hidráulica (Sola y Jordá Albiñana, 2011), psicología (Díaz y otros, 2010; García Miranda y otros, 2010), en las ciencias agrícolas (Bravo Vinaja y Sanz-Casado (2008), hipertensión arterial (Carrasco-Rico y otros, 2004), física del estado sólido (Ferreira y López Roblero, 1978),

También en el Perú se han realizado algunas investigaciones rastreando el desarrollo de las aplicaciones bibliométricas en el campo de la ciencia de la información y bibliotecología por Chiroque Solano (2007) quien muestra que entre 2003 y 2007, se produjeron apenas 13 documentos. De igual forma Romaní; Huamaní & González (2011) analizaron la literatura producida como líneas de investigación en las ciencias biomédicas encontrando apenas 21 documentos publicados por los investigadores peruanos de esa área. Recientemente Urbizagástegui (2012) realizó un levantamiento más minucioso encontrando 124 investigaciones realizadas en los diferentes campos de las ciencias en general.

Estos son algunos ejemplos de las aplicaciones bibliométricas en algunos países de América Latina.

METODOLOGÍA

En este trabajo se utilizaron como unidades de análisis cada uno de los documentos publicados en revistas académicas y trabajos presentados en congresos que trataran algunos de los aspectos de la bibliometría o aplicasen estas técnicas en alguna disciplina o sub-campo determinado. Se excluyeron libros, tesis, monografías y literatura gris básicamente porque estos tipos de documentos no son indexados en las bases de datos bibliográficas ni son puestos a disposición en internet. Se buscó documentos publicados como artículos, capítulos de libros y ponencias presentadas en congresos o eventos, realizados en Colombia por autores colombianos o extranjeros. Igualmente, las publicaciones de ese mismo tipo (artículos, capítulos de libros y ponencias presentadas en congresos o eventos) realizadas por autores colombianos en el extranjero. Estos documentos fueron recuperados a través de la técnica de minería de textos en la web, usando palabras clave como Colombia, bibliometría, informetría, ciencimetría, ley de Lotka, ley de Bradford, ley de Zipf, índice de Price, índice de Pratts, co-citación, análisis de citas, redes sociales, índice h, visibilidad, crecimiento de la literatura, factor de impacto, acoplamiento bibliográfico, factor de inmediatez, colegios invisibles, teoría epidémica, punto de transición de Goffman, ley de Goffman, obsolescencia de la literatura, vida media de la literatura, elitismo y frente de investigación, vigilancia tecnológica, evaluación de la ciencia, etc. en sus múltiples combinaciones. También se realizaron búsquedas en el catálogo del Sistema de Bibliotecas de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia), ya que en esta biblioteca indizan

artículos de revistas nacionales. Igualmente, se realizaron búsquedas en repositorios regionales como Scielo Brasil, Scielo México, Scielo Venezuela, Scielo Colombia, Scielo Chile, Scielo Argentina, Scielo Bolivia, Redalyc y Periódica. También se hicieron búsquedas en las bases de datos Web of Science, Scopus, Academic Search Complete, Springer, Agris, HAPI (Hispanic American Periodical Index), Library Literature & Information Science Full Text, LISTA: Library, Information Science & Technology Abstracts, así como en Google.

Para asegurar una recolección de datos estable y manejable, se creó una base de datos especial con el software de administración bibliográfica EndNote (Versión 5.0 para Windows). En esta base de datos se ingresó toda la información localizada en las bases de datos bibliográficas mencionadas anteriormente. Posteriormente se realizó una lectura minuciosa de cada documento recuperado, analizando cuidadosamente las referencias bibliográficas de cada publicación. Después, cada referencia bibliográfica referente al asunto y producida por autores colombianos en revistas académicas nacionales o extranjeras, y/o de autores extranjeros pero publicados por revistas académicas en Colombia, era confrontada con la base de datos e incorporada si no hubiese sido identificada en la búsqueda anterior. Con esta lectura cuidadosa fue producida una base de datos conteniendo referencias de artículos de revistas, capítulos de libros, y comunicaciones en congresos. Estos documentos producidos entre 1982 y diciembre de 2012 constituye el universo de esta investigación. El período cubierto por la literatura recuperada es suficientemente extenso como para esperar alguna forma de crecimiento.

El análisis de los datos recolectados fue realizado con la ayuda de Microsoft Excel y SPSS (versión 17.0 para Windows). En estos softwares se realizaron las estadísticas descriptivas e inferenciales pertinentes. Para estudiar la forma del crecimiento se utilizó la ecuación exponencial no-lineal propuesta por Egghe y Ravichandra Rao (1992), esta función se representa matemáticamente como:

$$C(t) = C(0)e^{at}$$

que puede ser re-escrita como:

$$C(t) = c g^t$$

donde

$C(t)$ denota el número total de documentos producidos en el tiempo t
 c y g representan constantes estimados de los datos observados
y t es el número de 0, 1, 2, ... n años cronológicos estudiados en el periodo de la investigación. En esta ecuación, $c \geq 0$, $g \geq 1$, y $t \geq 0$.

RESULTADOS

Se encontraron 255 trabajos publicados en Colombia y/o en otros países por autores colombianos y/o autores extranjeros que eligieron revistas o eventos colombianos para comunicar los resultados de sus investigaciones. La forma de comunicación predominante son los artículos publicados en revistas académicas con 78%; luego las ponencias presentadas en eventos nacionales con 12%, en menor frecuencia (8%) los capítulos de libros y finalmente las cartas enviadas a los editores de revistas con 2% (Tabla no. 1). Llama la atención el reducido número de trabajos presentados como ponencias en congresos y publicados como capítulos de libros. En el proceso de comunicación científica se considera que el ciclo natural de un documento es primero ser presentado en un evento, ya sea en

ámbito nacional o internacional, buscando difundir los resultados de una investigación, obtener críticas y/o sugerencias de los colegas para mejorar el resultado de las investigaciones o agregar nuevas cuestiones que no se tuvieron en cuenta previamente (Schenkel, 2008). Posteriormente esta ponencia, con las correcciones pertinentes, podrá convertirse en un artículo científico que será sometido a evaluación en revistas académicas arbitradas y finalmente publicadas. Por último las publicaciones en la forma de artículos podrán ser convertidos en capítulos de libros o libros.

Tabla 1: Tipo de documentos producidos según los idiomas

Tipos de documentos	Publicados en el país			Publicados en el extranjero			Total
	Español	Inglés	Portugués	Español	Inglés	Francés	
Artículos	161	4	2	19	12		198
Ponencias en congresos	17			12	2		31
Capítulos de libros	17			1	1	1	20
Cartas al editor	6						6
Total	201	4	2	32	15	1	255

Esta alta tendencia de publicación de artículos académicos entre los científicos colombianos fue también observada por Castro y otros (2009), quienes encontraron que en las ciencias básicas, ciencia y tecnología de la salud, ciencias del mar y ciencias agropecuarias la producción predominante es el artículo científico. En los programas de ciencias sociales y estudios científicos de la educación la publicación se concentra en la forma de libros y capítulos de libros; pero en el campo de la biotecnología, medio ambiente y hábitat, electrónica, telecomunicaciones e informática, energía y minería se prefieren la participación en tesis y trabajos de grado, los registros de producción tecnológica, los productos de secreto industrial y los trabajos de asesoría científica o tecnológica. También Russell (1998) estudió los patrones de publicación de los científicos mexicanos y encontró que el artículo de revista es el tipo de documento con el mayor número de ocurrencias. Igualmente, Silva y otros (2003) analizaron la productividad científica de los investigadores del área de ciencias humanas y ciencias sociales aplicadas en el Brasil, observaron que las publicaciones con mayores incidencias eran los artículos publicados en revistas nacionales (26%), seguido de los trabajos publicados en eventos nacionales (18%) y de los capítulos de libros (16%). Parece que los científicos colombianos que trabajan con aplicaciones bibliométricas en los diferentes campos siguen patrones similares; no en vano el artículo científico es un ejercicio de la articulación de las teorías establecidas y reconocidas por la academia, por medio del cual el investigador busca la diseminación pública del resultado de sus investigaciones. De esa manera la revista académica se convierte en “el principal marco de la constitución de la estructura y la comunicación científica, ya que surgió de la necesidad genuina del intercambio de experiencias científicas” (Weitzel, 2006, p. 52).

El 36 % de los documentos fueron publicados prioritariamente en 13 revistas nacionales y en dos revistas extranjeras. La **Revista Interamericana de Bibliotecología** es

la revista que ha diseminado el mayor número de artículos que aplican las técnicas bibliométricas. La revista **Universitas Psychologica** y la **Revista Latinoamericana de Psicología** son las revistas con las siguientes preferencias de los autores. Para publicar en el extranjero los investigadores colombianos han preferido hacerlo en México a través de la revista **Investigación Bibliotecológica** y en Holanda por medio de la revista **Scientometrics** (Tabla No. 2). El 64% de los documentos restantes fueron comunicados utilizando revistas que publicaron entre 1 y 2 documentos.

Tabla No. 2: Principales títulos de revistas

Título de las revistas	No. artículos
Revista Interamericana de Bibliotecología	17
Revista Latinoamericana de Psicología	16
Universitas Psychologica	13
Scientometrics	6
Investigación bibliotecológica	5
Acta Biológica Colombiana	4
Acta Colombiana de Psicología	4
Avances en Psicología Latinoamericana	4
Ingeniería e Investigación	4
Revista Colombiana de Psicología	4
Innovar	3
Colombia Médica	3
Revista de Salud Pública	3
Revista MVZ Córdoba	3
Universitas Scientiarum	3

Naturalmente el idioma predominante para la comunicación de los documentos es el español (91%). En menor proporción el inglés (7.5%) y el portugués (0.8%) y finalmente el francés (0.4%). El predominio del español es un hecho natural, pues, las publicaciones son editadas en Colombia donde el idioma oficial es el español. Puede ser que los autores que publicaron en inglés estén buscando asegurar la visibilidad de sus investigaciones en un ámbito global; o bien, se encuentren realizando estudios de postgrado en países de habla inglesa, lo cual facilita la publicación de artículos en colaboración con profesores o directores de tesis en las revistas de estos países. Llama la atención que en el país se encuentren 4 artículos publicados en inglés en revistas colombianas en colaboración entre autores nacionales y españoles. Seguramente estos artículos fueron publicados con el propósito de incrementar la visibilidad de las revistas y por ende de los autores (Rojas-Solas y otros, 2010), y buscando alcanzar una visibilidad más justa de la producción científica nacional (Miranda, 1998).

Las aplicaciones bibliométricas producidas por autores colombianos se han publicado principalmente en el ámbito nacional. Un grupo todavía poco significativo ha publicado sus investigaciones en el extranjero en países como Holanda, México, España, Venezuela, Brasil, Estados Unidos, Inglaterra y Perú. De los 386 autores identificados en este trabajo, pocos son extranjeros que han buscado publicar en revistas y/o eventos colombianos: 13% son españoles, 3% son estadounidenses; 2% son argentinos, brasileños, franceses y mexicanos; 1% son venezolanos; 0.7% son chilenos; mientras que los cubanos, holandeses, puertorriqueños y peruanos no superan 0.4%. En otras palabras, el espacio nacional colombiano de publicaciones atrae un tercio de los autores extranjeros. La colaboración de autores se ha dado preferentemente con autores de Estados Unidos, Francia, Holanda y Perú, los resultados de estas colaboraciones no han sido comunicados por medio de

publicaciones colombianas, sino a través de revistas académicas publicadas en esos países. El hecho que la mayor parte de los documentos fueron publicados en el país y en el idioma del investigador sugiere facilidades de publicación otorgadas por los canales de comunicación formales de las propias instituciones donde actúan los investigadores y una aparente dificultad en escribir en otros idiomas. Estos factores parecen contribuir para que la selección de las publicaciones sea apenas local. Al respecto se comenta que “esa tendencia observada de los científicos de las áreas de las ciencias humanas y sociales [por] publicar con más frecuencia dentro del país y en su propio idioma se debe, en parte, al propio objeto de estudio de esas áreas” (Velho (1997). Este puede ser el caso de la bibliometría colombiana.

La Tabla No. 3 presenta el tipo de publicación según las áreas del conocimiento. El área con el mayor número de documentos publicados es bibliotecología con 38% y psicología con 24% de los documentos publicados. Ambas áreas aglutinan 62% del total de lo publicado. Luego siguen las áreas de medicina (9%), administración (5%), educación y biología (4%). Mientras disciplinas como economía, ingeniería, salud pública y sociología representan solamente 10% del total de los documentos publicados. También llama la atención que sólo la historia (0.39%) sea la única disciplina de las ciencias humanas que esté presente en los trabajos publicados sobre las aplicaciones bibliométricas. Según este hallazgo, las técnicas bibliométricas parece que todavía no llaman la atención de los investigadores de las ciencias humanas y parece que tampoco de los investigadores de las ciencias naturales, puesto que sólo se encontraron trabajos de física y química (2%). Esto llama la atención, sobre todo porque los modelos bibliométricos mayoritariamente se han aplicado en áreas de las ciencias naturales. Por ejemplo, la ley de Bradford se aplicó por primera vez en la química y geología (Bradford, 1934); la ley de Lotka en la física (Lotka, 1926); el índice de Hirsch o índice de visibilidad en la física (Hirsch, 2005), y la lista puede continuar con muchos otros ejemplos.

Tabla no. 3: Áreas del conocimiento estudiadas por tipo de documentos

Áreas	Artículos	Ponencias	Cap. libros	Total
Bibliotecología y afines	61	22	14	97
Psicología	57	--	3	60
Medicina	22	2	--	24
Administración	13	1	--	14
Educación	10	1	--	11
Biología	11	--	--	11
Economía	6	1	--	7
Ingeniería	4	2	--	6
Sociología	4	1	--	5
Salud Pública	4	--	--	4
Ciencias sociales	1	--	3	4
Ciencias políticas	2	--	--	2
Veterinaria y zootecnia	2	--	--	2
Física	2	--	--	2
Agricultura	--	1	--	1
Ciencias ambientales	1	--	--	1
Ciencias naturales	1	--	--	1
Comunicación	1	--	--	1
Historia	1	--	--	1
Química	1	--	--	1
Total	204	31	20	255

La Tabla No. 4 muestra el número de contribuciones por autores. Se identificaron un total de 386 autores diferentes publicando en este campo. La mayoría de los autores (77%) sólo han publicado un trabajo, mientras que 19% de los autores hicieron entre dos y cuatro contribuciones; 15 autores (4%) los mayores contribuyentes, hicieron entre 5 a 24 contribuciones. La media de publicaciones es de 0.7 documentos por autor, siendo la moda 1 documento.

Tabla No. 4. Frecuencia de contribuciones por autores

No. de Contribuciones	No. de autores	Porcentaje autores
1	298	77.2
2	45	11.7
3	16	4.2
4	12	3.1
5	7	1.8
6	2	0.5
7	1	0.26
8	1	0.26
10	1	0.26
11	1	0.26
12	1	0.26
24	1	0.26
Total	386	100.0

La Tabla No. 5 presenta la categorización estratificada de los autores productores de publicaciones que usan las técnicas bibliométricas en Colombia. El 77% de los autores son categorizados como *one-timers* significando que en el periodo investigado han publicado apenas 1 documento. Muy pocos de estos autores persistirán con las investigaciones bibliométricas en el país y probablemente transferirán sus intereses a otras áreas y otras aplicaciones. Casi 10% de los investigadores fueron categorizados como retirantes; es decir, están dejando el campo, pues, no han realizado publicaciones en los últimos tres años. Los investigadores transeúntes (5%) han publicado esporádicamente hasta dos documentos dispersos entre periodos no consecutivos de más de 4 años. Muy pocos de estos autores llegarán a ser productores moderados y menos grandes productores. Los autores entrantes representan 6% de los investigadores; éstos son los que han publicado cuando menos dos documentos exclusivamente en los últimos tres años. Como estos autores están explorando el área, también pocos de ellos persistirán en este campo. Casi 2% son considerados autores continuantes; éstos persistirán investigando y produciendo en este campo, pues, son autores ya establecidos en el área y con una alta tasa de productividad.

Tabla No. 5: Categorización estratificada de la productividad de los autores

Categoría	No. de Autores	% de trabajos	Productividad Media
Continuantes	6	1.6	9.2
Entrantes	24	6.2	5.1
Transeúntes	20	5.2	3.5
Retirantes	38	9.8	1.6
One-timers	298	77.2	1.0
Total	386	100.0	0.7

Estos hallazgos coinciden con la afirmación de David (1994, p. 8) en el sentido que “la distribución de la producción científica es sesgada, porque la mayoría de los artículos publicados sobre un área de investigación son los trabajos de una minoría de científicos con un alto perfil [académico]”. Este sesgo aparentemente puede ser explicado a través de la noción de capital cultural y capital simbólico poseído por los autores y su posición dominante en un campo científico (Bourdieu, 2008). Por ejemplo, el autor más productivo es profesor en una universidad colombiana, lo que le asegura familiaridad con las matrices que hacen posible la codificación y decodificación de la doxa del campo. En el caso de los productores moderados 1 de los 3 autores es investigador coordinador de la línea de investigación bibliométrica del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.

La Tabla No. 6 presenta el número de documentos producidos según el número de autores. Se intenta mostrar si la investigación en Colombia es realizada en colaboración y si esa colaboración sigue una tendencia de crecimiento. Por esa razón los datos fueron agrupados por quinquenios. El 34% de los documentos fueron publicados por un único autor, es decir, sin colaboración. Los trabajos publicados en colaboración por dos autores representan 29%; los documentos publicados por tres autores 18%, y los trabajos publicados por cuatro autores representan 11%. Los trabajos con más de cinco autores suman un total de 21 documentos que representan 8% del total. Desde sus inicios en 1982 hasta 1992, las aplicaciones bibliométricas en Colombia eran una actividad aislada e individual. Entre 1993 y 1996, apenas 3 documentos fueron producidos en colaboración por 2, 3 y 4 autores. Esta tendencia aumenta a 7 documentos producidos en colaboración entre 1997 y 2000. Todavía la mayoría son publicados por autores únicos. Sin embargo, la colaboración comienza a incrementarse pues 4 documentos son producidos en colaboración por dos autores, 2 por tres autores y 1 por 4 autores).

Tabla No. 6. Número de documentos producidos según el número de autores

Periodo	Número de documentos con 1, 2, 3 ... n autores								Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1981-1984	2	--	--	--	--	--	--	--	2
1985-1988	1	---	--	--	--	--	--	--	1
1989-1992	2	--	--	2	--	--	--	--	4
1993-1996	5	1	1	1	--	--	--	--	8
1997-2000	10	4	2	1	--	--	--	--	17
2001-2004	12	7	7	1	2	--	--	--	29
2005-2008	23	26	15	6	4	2	1	1	78
2009-2012	32	35	21	17	5	3	2	1	116
Total	87	73	46	28	11	5	3	2	255

En el periodo de 2001 al 2004 la co-autoría comienza a crecer pues de 29 documentos publicados más de la mitad (17 documentos) son realizados en colaboración. En éste periodo, destaca que siete documentos fueron producidos por tres autores, y un documento por cuatro y dos por cinco autores. La colaboración real comienza a partir del periodo 2005 al 2008, ya 55 trabajos fueron publicados en colaboración entre dos y ocho autores. En el último periodo 2009 a 2012 se mantiene la misma tendencia puesto que de los 116 trabajos, 84 fueron realizados en colaboración entre dos y ocho autores. En los dos últimos periodos, lo más común ha sido la colaboración entre 2, 3 y 4 autores para la investigación y publicación de las aplicaciones bibliométricas en Colombia. Se afirma que en las ciencias sociales se colabora poco y que la colaboración se da más en las ciencias duras. Si estas afirmaciones fueran ciertas, los resultados aquí mostrados indicarían que la

bibliometría colombiana está más cerca de las ciencias duras que de las ciencias sociales. Coincidiendo con Patel (1973) consideramos que la complejidad de los problemas a los que debe hacer frente una disciplina conduce a un proceso de diferenciación que es acompañada por una especialización. La especialización ayuda al académico a sobrevivir en ese mundo de competición y diferenciación. De modo que el académico invierte sus habilidades y recursos en áreas específicas que le ofrecen cierta garantía de reconocimiento y visibilidad. Por lo tanto, la colaboración es el indicador de un proceso en evolución persiguiendo la diferenciación y la especialización, a través de la cual una disciplina se reconstruye y se cohesionan. Como en la mayoría de los campos cada vez menos personas saben lo suficiente como para trabajar y escribir de forma solitaria y aislada, la colaboración es un proceso natural de maduración de la ciencia, es decir, buscando “trabajar con un objetivo común y compartiendo los conocimientos alcanzados” (Hara y otros, 2003, p. 853). Este proceso parece estar ocurriendo con las aplicaciones bibliométricas en Colombia y basta observar el Gráfico No. 1 para reconfirmar el crecimiento de la colaboración entre autores en las publicaciones medidas a través del coeficiente de colaboración modificado propuesto por Savanur y Srikanth (2010).

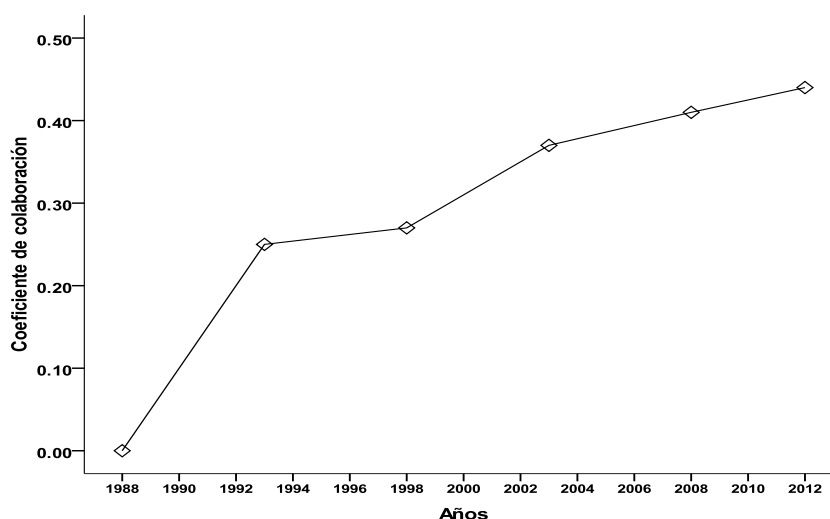


Gráfico No. 1. Coeficiente de colaboración

La Tabla No. 7 presenta el número de publicaciones de las aplicaciones bibliométricas en Colombia organizada en periodos de 4 años tratando de mostrar el crecimiento de las publicaciones. En el primer cuatrienio (1981-1984) sólo se publicaron dos trabajos, aquí se destaca el primer trabajo sobre una aplicación bibliométrica realizada por León (1982) y una aplicación práctica de la ley de Bradford en una biblioteca académica (Ochoa de Ortiz, 1984). Es decir, que desde su formulación original en 1934 por Bradford (1934), pasaron 50 años para que la ley de Bradford comenzara a ser aplicada y usada en Colombia. En el cuatrienio de 1989 a 1992 hay un ligero incremento de casi el doble de documentos con respecto al cuatrienio anterior. Esta duplicación del volumen de las publicaciones continúa en el cuatrienio siguiente hasta llegar al periodo 1997-2000 con un ligero incremento de la mitad del periodo anterior. Este incremento posiblemente se deba a la aparición del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, que fue fundado en 1999. A pesar de la aparición de este tipo de instituciones en Colombia el interés por usar las técnicas bibliométricas ha sido un tanto lento; por ejemplo, la ley de Lotka se aplicó solo en el año 2004 (Restrepo, 2004) y en el año 2006 (Villegas y Moreno, 2006). Esta ley apareció por primera vez publicada en 1926 por Alfred Lotka, es decir, pasaron 78 años para que esta ley bibliométrica llamara la

atención de los autores colombianos. En los dos últimos cuatrienios el incremento es notable tanto que se produjeron el 76% de todos los documentos publicados hasta 2012. Este hecho puede deberse no solo al establecimiento del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, sino también a la introducción de una política de evaluación por indicadores de productividad y a la formalización de cursos de bibliometría, cienciometría e informetría y su utilidad en la vigilancia tecnológica en las universidades colombianas.

Tabla No. 7. Publicaciones por quinquenios

Años	No. de publicaciones	Porcentaje
1981-1984	2	0.8
1985-1988	1	0.4
1989-1992	4	1.6
1993-1996	8	3.1
1997-2000	17	8.7
2001-2004	29	6.7
2005-2008	78	30.6
2009-2012	116	45.5
TOTAL	255	100.0

En relación con el crecimiento de las aplicaciones bibliométricas en Colombia el Gráfico No. 2 muestra como el número de publicaciones sobre este asunto crece con pequeñas fluctuaciones hasta 2003 indicando que hasta esa fecha hay un limitado crecimiento, es decir, las publicaciones son esporádicas.

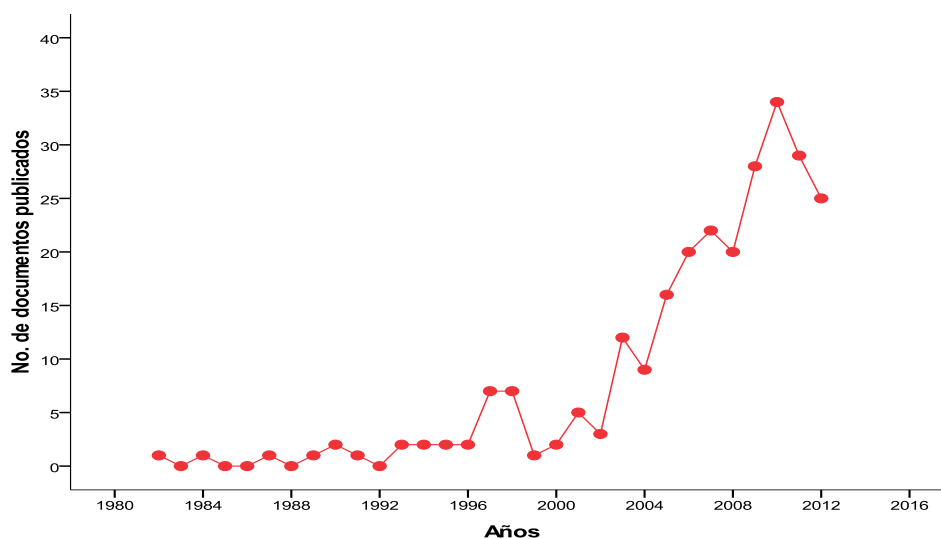


Gráfico No. 2. Documentos producidos sobre bibliometría

A partir del 2003 se observa el crecimiento hasta llegar a su punto cúspide en el año 2010. También se observa un pequeño descenso en el 2011 y una caída en el 2012. Esto puede deberse a múltiples factores: las bases de datos aún no han indizado los artículos publicados en los últimos meses del año; las revistas están en proceso de publicación o no existe una adecuada difusión de las publicaciones, ya que los documentos no se encuentran en la web ni en las bases de datos bibliográficas consultadas. La gráfica muestra solamente

los trabajos que aparecieron disponibles en las fuentes que usó este trabajo para recoger los datos hasta diciembre de 2012.

El Gráfico No. 3 muestra el número acumulado observado y estimado de documentos publicados desde 1982 hasta diciembre del 2012. El crecimiento se aproxima a una forma exponencial con una parte cóncava inicial para ir creciendo paulatinamente conforme aumenta el tiempo medido en años.

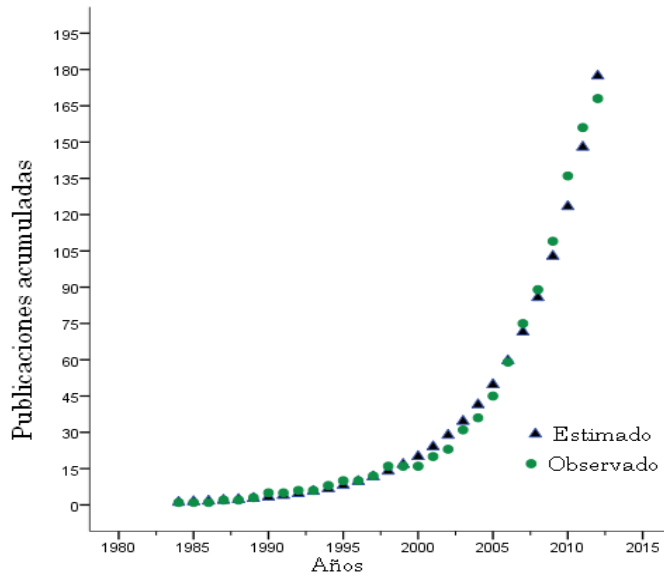


Gráfico No. 3. Crecimiento de la literatura sobre bibliometría

Para estimar el ajuste de este modelo exponencial se usó la ecuación matemática propuesta por Egghe y Ravichandra Rao (1992) por el método de regresión no lineal. El R^2 ajustado estimado fue igual a 0.993, indicando un buen ajuste de los datos al modelo exponencial al 0.001 nivel de significancia. El valor estimado de c fue de 1.092, con un error padrón de 0.136. El valor estimado de g fue igual a 1.200 y con un error padrón de 0.006. Una vez conocidos estos valores se puede establecer la ecuación que predice el crecimiento exponencial de estas publicaciones, tal como se presenta a continuación:

$$C(t) = 1.092 \times 1.200^t$$

Esto significa que las aplicaciones bibliométricas en Colombia están creciendo a una tasa de 20% al año. Para hallar el periodo de duplicación se usó la siguiente ecuación:

$$(1.200)^n = 2.0$$

Tomando los logaritmos de ambos lados de la ecuación se obtiene:

$$n(\log 1.200) = \log 2.0$$

$$n = \frac{\log 2.0}{\log 1.200}$$

$$n = \frac{0.69315}{0.18232}$$

n = 3.8

Las publicaciones que utilizan las técnicas bibliométricas en Colombia se duplican cada 3.8 años, es decir, aproximadamente cada 4 años. Esta literatura está creciendo muy rápidamente, de manera muy similar a como lo hace la física o la química en los Estados Unidos.

La Gráfica No. 4 presenta la red de co-autores. Esta red muestra 6 grupos de investigación. El primero está formado por 11 autores donde sobresalen López López Wilson; Silva, Luis Manuel y Aguilar Bustamante, María Constanza. Los autores de este grupo tienen en común que son profesores universitarios en el área de psicología. De este grupo se desprenden dos subgrupos. El primero está formado por Gómez Morales, Yuri Jack; Guerrero Castro, Javier Enrique y Jaraba Barrios, Bruno Andrés, quienes pertenecen al grupo de investigación de estudios sociales de la ciencia, la tecnología y la medicina.

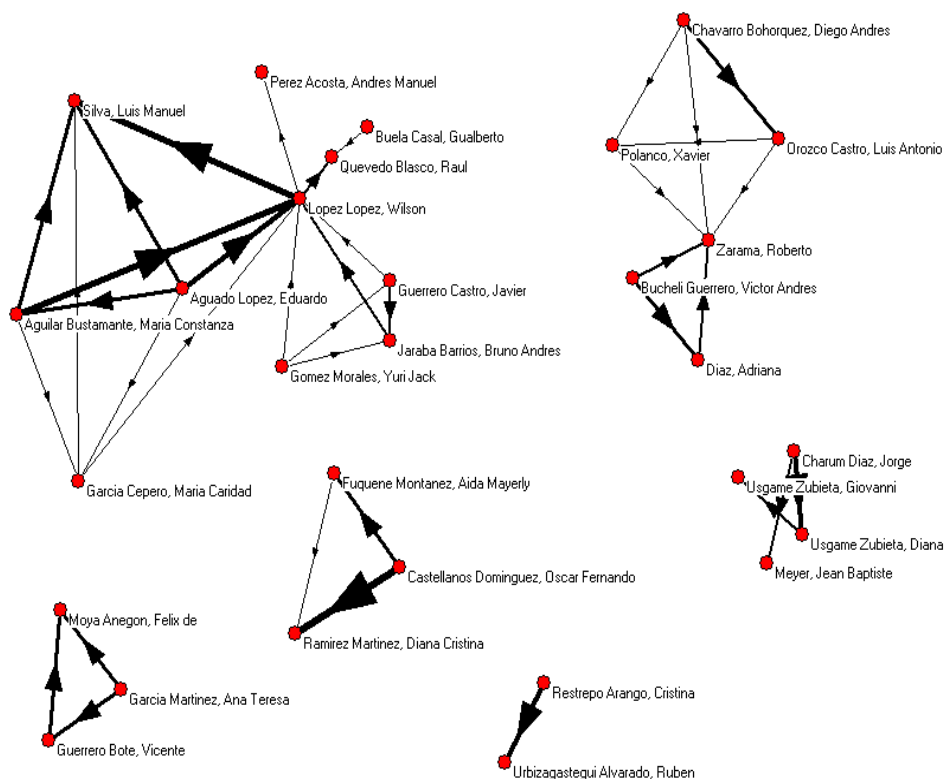


Gráfico No. 4. Red de co-autores la literatura sobre bibliometría

El segundo subgrupo está formado por Quevedo Blasco, Raúl y Buela Casal, Gualberto, quienes son psicólogos y profesores de la Universidad de Granada en España. El segundo grupo está formado por 6 autores, de los cuales Orozco Castro, Luis Antonio; Chavarro Bohórquez, Diego Andrés y Bucheli Bohórquez, Víctor Andrés son licenciados en ingeniería y forman parte del grupo de investigación sobre gestión de la investigación. El tercer grupo está formado por 4 autores que tienen en común formar parte del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, de los cuales Usgame Zubieta, Diana y Usgame Zubieta, Giovanni son egresados de la licenciatura de ciencia de la información de la Pontificia Universidad Javeriana, de la cual Usgame Zubieta, Diana es profesora. El cuarto grupo está formado por 3 autores que pertenecen al grupo de investigación y desarrollo en

gestión, productividad y competitividad. Estos autores son Fuquene Montañez, Aida Mayerly; Castellanos Domínguez, Oscar Fernando y Ramírez Martínez, Diana Cristinas, quienes son ingenieros y profesores. Además, dos de estos autores son director y coordinador editorial de la revista *Ingeniería e Investigación*. El quinto grupo está formado por tres autores españoles. De estos autores dos son profesores de la Universidad de Extremadura como es el caso de Guerrero Bote, Vicente y García Martínez, Ana Teresa. También Moya y Anegón, Félix es profesor e investigador de la universidad de Granada. El sexto grupo está formado por dos autores Urbizagástegui Alvarado, Rubén y Restrepo Arango, Cristina quienes son bibliotecarios que laboran en bibliotecas académicas.

CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo fue analizar la literatura producida sobre bibliometría publicada en Colombia por autores colombianos o extranjeros que seleccionaron revistas colombianas y/o eventos realizados en Colombia para comunicar los resultados de sus investigaciones, así como los investigadores colombianos que como autores únicos o en colaboración publicaron sus investigaciones en revistas o eventos realizados en el extranjero. Se encontró que las aplicaciones bibliométricas en Colombia comenzaron con los trabajos de León (1982) y una aplicación práctica de la ley de Bradford en una biblioteca académica realizada por Ochoa de Ortiz (1984). A pesar de un inicio de publicaciones esporádicas, la investigación en bibliometría toma fuerza a partir de 2004, pero el 60% de esa producción se concentra en el periodo 2007 a 2012.

Se verificó que esta literatura crece a una tasa del 20% anual duplicando su tamaño cada 4 años. La investigación es estratificada concentrándose en cuatro autores considerados como grandes y moderados productores y responsables de casi una quinta parte de la producción total de documentos. Estos autores publican mayoritariamente en español y muy raramente en inglés. Las revistas más utilizadas para comunicar los resultados de sus investigaciones son seis y concentran el 32% de todo lo producido sobre este asunto.

Se encontró también que la publicación en colaboración es un fenómeno reciente, que ha ido incrementándose paulatinamente a partir del año 1998. Las áreas más exploradas son bibliotecología y ciencias de la información y la psicología, y las ciencias aplicadas y tecnología, que concentran el 95% de las publicaciones publicadas. Esta área es dominada por autores de esos campos.

BIBLIOGRAFÍA

- Araújo, Ronaldo Ferreira de y Alvarenga, Lúcia. A bibliometria na pesquisa científica da pós-graduação brasileira de 1987 a 2007 *Encontros bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, 16(31):51-70, 2011.
- Bourdieu, Pierre. *Homo academicus*. Buenos Aires: Siglo XXI Editorial, 2008.
- Bradford, S. C. Sources of information on specific subjects. *Engineering* 137:85-86, 1934.
- Bravo Vinaja, Angel y Sanz-Casado, Elías. Análisis bibliométrico de la producción científica de México en ciencias agrícolas durante el periodo 1983-2002. *Revista fitotecnia mexicana*, 31(3), 2008.
- Carrasco-Rico, Ramiro; Pérez-Cuevas, Ricardo; Oviedo-Mota, Mario Alberto y Reyes-Morales, Hortensia. Análisis de una década de investigación en hipertensión arterial en México (1990-2000). *Gaceta médica de México*, 140(6):611-618, 2004.
- Castro, Liliana; Montenegro, Álvaro; Rodríguez, Javier; Torres, Camilo Torres; Velásques, Doris; Franco, Lina; Arias, Mauricio & García Vallejo, Felipe. El impacto de la producción

- bibliográfica de nuevo conocimiento en ciencia, tecnología e innovación en Colombia de 1996 al 2005. *Revista Academia Colombiana de Ciencias*, 30(117):605-614, 2009.
- Chan, Betty Lilian; Milani Filho, Marco Antonio Figueiredo & Martins, Gilberto de Andrade. Utilização da análise de correspondência para uma abordagem bibliométrica: relação entre a área temática e a plataforma teórica. En: XXXI Encontro da ANPAD. Rio de Janeiro, 2007.
- Chiroque Solano, Richard. La investigación bibliométrica en el Perú y la importancia de su aplicación. In: Avances, logros y desafíos de la Investigación Bibliotecológica: II Encuentro de Investigadores y Docentes del Perú en el Área de Bibliotecología y Ciencias de la Información, Lima, Perú, 28-30 de noviembre del 2007.
- David, Paul A. Positive feedbacks and research productivity in science: reopening another black box. En: *Economics and technology*. Amsterdam: Elsevier, 1994.
- Díaz Escoto, Alma Silvia; Navarro, Ernesto y Ramírez Godoy, María Esther. Contribución científica de México a la psicología entre los años 1995-2008 con base en el Social Sciences Citation Index de ISI Web of Knowledge. *Biblioteca universitaria*, 13(1), 2010.
- Egghe, L. y I. K. Ravichandra Rao. Classification of growth model based on growth and its application. *Scientometrics*, 25(1):5-46, 1992.
- Ferreira, Delia Valerio y López Roblero, Edgar Leonel. Estudio de la comunicación e interacción de una comunidad científica a través de su literatura publicada. *Ciencia bibliotecaria*, 2(2):87-94, 1978.
- Fox, Mary Frank. Productivity among scientists: acritical review. *Social studies of science*, 13(2):285-305, 1983.
- García Miranda, Gloria Araceli; García Changó, Laura Angélica; Carreño Hernández, Ma. Teresa; Maldonado Hernández, Adrián Eliezer y Rojas López, Ma. De Lourdes. La productividad científica de la odontología en México. *Revista ADM*, 67(5), 2010.
- Hara, N.; Solomon, P.; Kim, S. L.; Sonnenwald, D. H. An emerging view of scientific collaboration: scientists' perspectives on collaboration and factors that impact collaboration. *Journal of the American Society for Information Sciences and technology*, v. 54, n. 10, p. 952-965, 2003.
- León, Ramón. Los psicoanalistas Latinoamericanos y la difusión de sus trabajos en la revista *Internationale Zeitschrift fur Psychoanalyse*: un estudio bibliométrico. *Revista Latinoamericana de Psicología (Colombia)* 14(2):171-182, 1982.
- López López, Wilson, Silva, Luis Manuel; García-Cepero, María Caridad; Aguilar Bustamante, María Constanza y Aguado López, Eduardo. Panorama general de la producción académica en la psicología colombiana indexada en psicoredalyc, 2005-2007. *Acta colombiana de psicología*, 13(2):35-46, 2010.
- Lotka, Alfred. The frequency of distribution of scientific productivity. *Journal of the Wasghinton Academy of Sciences*, 16(12):317-323, 1926.
- Machado, Raymundo das Neves. Análise cientométrica dos estudos bibliométricos publicados em periódicos da área de biblioteconomia e ciência da informação (1990-2005). *Perspectivas em ciência da informação*, 12(3):2-20, 2007.
- Miranda, Antonio Lisboa Carvalho de. Produção científica na ciência da informação. *Ciência da Informação*, 27(1):308-313, 1998
- Mueller, Suzana Pinheiro Machado. Literatura científica, comunicação científica e ciência da informação. En *Para entender a ciência da informação*. Salvador, Brasil: EDUFBA, 2007.
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. Qué hacemos. Bogotá: OCyT, 2012. Disponible 25 de noviembre, 2012. en http://ocyt.org.co/html/index.php?option=com_content&view=article&id=45&Itemid=54&lang=es

- Ochoa de Ortiz, Marta Lía. Consideraciones sobre el uso de algunos métodos bibliométricos en la formación de una colección de seriadas. *Revista interamericana de bibliotecología*, 7(1-2):75-106, 1984.
- Patel, Narsi. Collaboration in the professional growth of American Sociology. *Social Science Information*, v. 12, n. 6, p. 77-92, Dec. 1973.
- Restrepo Arango, Cristina. Análisis de la Revista Inter americana de Bibliotecología durante el periodo que va de los años 1978 a 1999. *Investigación bibliotecológica*, 18(37):132-146, 2004.
- Ríos, Rodrigo, Mattar, Salim y González, Marco. Análisis bibliométrico de las publicaciones sobre enfermedades infecciosas en Colombia, 2000-2009. *Revista de salud pública*, 13(2):298-307, 2011.
- Rojas-Solas, José Ignacio y San-Antonio-Gómez, Carlos de. Análisis bibliométrico de las publicaciones científicas colombianas en la categoría Engineering, multidisciplinary de la base de datos Web of Science (1997-2009). *Dyna*, 77(164):9-17, 2010.
- Romaní, Franco; Huamaní, Charles & González-Alcaide, Gregorio. Estudios bibliométricos como línea de investigación en las ciencias biomédicas: una aproximación para el pregrado. *CIMEL*, 14:52-62, 2011.
- Russell, Jane M. Publishing patterns of Mexican scientists: differences between national and international papers. *Scientometrics*, 41(1-2):113-124, 1998.
- Savanur, Kiran & Srikanth, R. Modified collaborative coefficient: a new measure for quantifying the degree of research collaboration. *Scientometrics*, 84:365-371, 2010.
- Schenkel, Marília Beatriz Castro. Compartilhamento do conhecimento científico em instituição estadual de ensino superior: o caso do centro de ciências humanas e da educação da UDESC. (Tesis para optar ao título de Maestría) Florianópolis, Brasil: Universidade Federal de Santa Catarina, 2008.
- Silva, Edna Lúcia da; Menezes, Estera Muszkat; Pinheiro, Líliane Vieira. Avaliação da produtividade científica dos pesquisadores da área de ciências humanas e sociais aplicadas. *Informação & Sociedade: Estudos*, João Pessoa, v. 13, n. 2, p. 193-222, jul./dez. 2003.
- Sola, José Ignacio y Jordá Albiñana, Begoña. Análisis bibliométrico de la producción científica mexicana sobre ingeniería hidráulica en revistas de la base de datos Science Citation Index- Expanded (1997-2008). *Tecnología y Ciencias del Agua*, 2(4):195-213, 2011.
- Urbizagástegui Alvarado, Rubén. A bibliometria no Brasil. *Ciência da informação*, 13(2):91-105, 1984.
- Urbizagástegui Alvarado, Rubén. A bibliometria: historia, legitimação e estrutura. En *Para entender a ciência da informação / Lídia Maria Batista Brandão Toutain* (organizadora). Salvador, Bahia EDUFBA: 185-217, 2007.
- Urbizagástegui Alvarado, Rubén. La bibliometría en el Perú. Mecnografiado. En prensa.
- Velho, Lea. A ciência e seu público. *Transinformação*, Campinas, v. 9, n. 3, p. 15-32, set./dez. 1997.
- Weitzel, Simone da Rocha. O papel dos repositórios Institucionais e temáticos na estrutura da produção científica. Em *Questão*, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 51-71, jan./jun. 2006.
- Villegas-Echavarría, Mónica María y Moreno-Martínez, Luis. Producción científica de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia) en bases de datos ISI (2000-2004). En *Congreso Internacional de Información*, Palacio de Convenciones de La Habana, Cuba, 17-21 de Abril de 2006 ; *III Seminario Internacional sobre Estudios Cuantitativos y Cualitativos de la Ciencia y la Tecnología "Prof. Gilberto Sotolongo Aguilar"*. La Habana, Cuba, 17-21 de Abril de 2006, 2006.
- Wilson, P. W.; Fred, E. B. The growth curve of a scientific literature: nitrogen fixation by Plants. *The Scientific Monthly*, v. 41, n. 3, p. 240-250, sept. 1935.

